

Réc'd PCT/PTO 20 JUL 2004

PCT/PTO 3 / 00170

INPI

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

10/501939

REC'D 07 APR 2003

WIPO

PCT

BREVET D'INVENTION

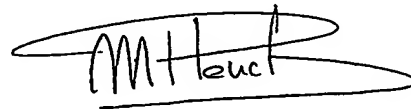
CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 NOV. 2002

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets



Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 V / 260395

REMISE DES PIÈCES DATE 22 JAN 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0200755 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 22 JAN. 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE BREVATOME 3 rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) B 13979.3/JCI AD 473			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date <input type="text"/>
		N°	Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/>
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) ORGANE DE COMMANDE A TROIS BRANCHES PARALLELES.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement public de caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	31-33 rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75752	PARIS 15ème
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE **22 JAN 2002**

LIEU **75 INPI PARIS**

N° D'ENREGISTREMENT

0200755

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 260899

Vos références pour ce dossier :
(facultatif)

B 13979.3/JCI AD 473

6 MANDATAIRE

Nom

LEHU

Prénom

Jean

Cabinet ou Société

**BREVATOME
422.5/S002**

N ° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

7068 du 12.06.98

Adresse

Rue

3 rue du Docteur Lancereaux

Code postal et ville

75008 PARIS

N° de téléphone (facultatif)

01.53.83.94.00

N° de télécopie (facultatif)

01.45.63.83.33

Adresse électronique (facultatif)

brevets.patents@spi-brevatome-groupe.fr

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui

☒ Non

Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat
ou établissement différé

☒

☐

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui

☐ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite»,
indiquez le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE**
(Nom et qualité du signataire)

J. LEHU

422-5 S/002

**VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI**

M. BLANCANEUX

ORGANE DE COMMANDE A TROIS BRANCHES PARALLELES
DESCRIPTION

L'invention concerne un organe de commande
5 à trois branches parallèles.

Les organes de commande sont destinés à des
procédés variés comme la télémanipulation, la
téléchirurgie, les jeux, ou la commande d'autres engins
en enregistrant et communiquant des mouvements que
10 l'opérateur leur fait subir. Leurs structures
comportent un nombre variable de degrés de liberté qui
permettent de commander un nombre égal de fonctions de
l'engin.

On connaît différents genres de structures
15 d'organes de commande, mais la plus répandue comprend
des enchaînements de tronçons mutuellement articulés
entre une embase généralement fixe et une poignée tenue
par l'opérateur. Ces enchaînements portent le nom de
branches. On rencontre souvent une branche unique, et
20 l'organe de commande est alors un bras articulé ou
"bras série", nécessitant, pour obtenir un grand nombre
de degrés de liberté, soit un nombre important de
moteurs embarqués au niveau des différentes
articulations, soit des transmissions complexes si les
25 moteurs sont placés à proximité de la base. Dans tous
les cas, le montage est nécessairement complexe. On
connaît aussi des organes à deux ou trois branches
montées en parallèle entre l'embase et la poignée qui
permettent d'obtenir un grand nombre de degrés de
30 liberté tout en conservant des branches simples. Les
branches convergent alors vers une plate-forme porteuse

de la poignée et sont reliées à elle par des articulations doubles (joints universels ou de cardan) ou triple (rotules).

Plusieurs écueils doivent être évités par le concepteur d'un organe de commande de ce genre : il est indiqué d'éviter les configurations qu'on ne peut pas atteindre ou qu'on atteint par un mouvement indéterminé, incapable d'engendrer une commande correcte ; les configurations du premier genre correspondent souvent à des collisions entre les tronçons des branches, et celles du second genre à des singularités cinématiques provenant par exemple de couplages entre les mouvements des articulations. Il est encore préférable de limiter la complexité mécanique de la structure. Enfin, il est avantageux que les moteurs dits de retour d'effort, qui sont nécessaires pour retenir les articulations à l'état où elles ont été portées par l'opérateur et pour opposer une résistance aux déplacements qui rend la commande plus agréable, soient montés sur l'embase plutôt que sur les branches mobiles, puisque leur volume rend les collisions plus probables et que leur poids doit être soutenu par des branches de section suffisante pour lui résister et donc plus lourdes. De plus, les mouvements des branches peuvent faire varier les efforts de flexion qu'exercent les moteurs par leur porte-à-faux et donc les conditions d'équilibre de l'organe.

Il est manifeste que ces conditions ne peuvent être pas être remplies simultanément et qu'il n'existe pas de structure idéale pour un organe de commande comportant par exemple six degrés de liberté

et trois branches parallèles. C'est ainsi qu'il existe un organe de ce genre dont les six moteurs associés aux six degrés de liberté sont tous montés sur l'embase, mais les trois branches sont reliées à l'embase par des articulations doubles, qui imposent, outre une plus grande complexité de réalisation et de réglage que les articulations simples, des couplages des mouvements qui nuisent à l'efficacité de la transmission des efforts. Une source bibliographique est l'article "Kinematic analysis of a novel 6-DOF parallel manipulator" par Cleary et Brooks, IEEE, 1050-4729, 1993, pp.708 à 713.

Dans plusieurs autres organes de commande, certains tronçons sont dédoublés en parallélogramme ou en pantographe. Au lieu de devoir disposer des moteurs aux deux articulations des extrémités de ces tronçons, les moteurs peuvent être placés sur deux sommets inférieurs du parallélogramme ou du pantographe afin d'exercer un porte-à-faux moins important, mais ces moteurs sont alors tous mobiles et le dédoublement du tronçon n'est pas excellent. Un exemple est l'organe développé par Iwata et appelé "Haptic Master", décrit dans Internet au site de Tsukuba (<http://intron.kz.tsukuba.ac.jp/HM/txt.html>) ; et d'autres sont donnés dans l'article "A 6-DOF force-reflecting hand controller using the fivebar parallel mechanism", par Woo, Jin et Kwon, Proceedings of the IEEE, International Conférence on Robotics & Automation, Louvain, Belgique, mai 1998, pp. 1597-1601.

L'organe de commande conforme à l'invention est caractérisé par une grande simplicité de structure jointe à un petit nombre de moteurs

mobiles. De plus, les moteurs mobiles ne sont pas placés de façon défavorable, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas susceptibles de produire un porte-à-faux variable et important ni d'entrer facilement en
5 collision avec d'autres parties de l'organe.

Pour résumer, l'organe de commande conforme à l'invention, et qui comprend trois branches parallèles reliant une embase à une plate-forme porteuse d'une poignée (ou tout autre moyen de
10 préhension), est caractérisé en ce que les branches se composent de trois tronçons, dont un premier tronçon joint à l'embase par une première articulation qui est une articulation de pivotement du premier tronçon autour de lui-même, un deuxième tronçon joint au
15 premier tronçon par une deuxième articulation qui est une articulation de rotation pour modifier un angle que font le premier tronçon et le deuxième tronçon, un troisième tronçon joint à la plate-forme par une rotule et au deuxième tronçon par une troisième articulation
20 qui est une articulation de rotation pour modifier un angle que font le deuxième tronçon et le troisième tronçon, et en ce que les branches comprennent seulement deux moteurs de retour d'effort, dont un premier moteur fixé sur l'embase et mesurant des
25 pivotements du premier tronçon et un second moteur placé sur la deuxième articulation et mesurant les rotations entre le premier tronçon et le deuxième tronçon.

Le détail des avantages obtenus sera décrit
30 par la suite. On peut cependant déjà ajouter que les singularités cinématiques seront fortement réduites en

implantant les premiers tronçons sur l'embase dans des directions divergentes et, de préférence, à une inclinaison de 40° environ sur la verticale (ou, plus généralement, sur une normale au plan passant par les
5 trois points d'implantation des premiers tronçons). La valeur de 40° n'est qu'approximative, il n'existe pas de limite nette d'inclinaison qu'on préconise d'adopter, et il a été simplement constaté que les singularités étaient sensiblement moins probables vers
10 cette valeur.

L'invention sera maintenant décrite en référence aux figures, dont la figure 1 est une vue générale de l'invention et les figures 2 et 3 illustrent un mode de réalisation favori ainsi que le
15 détail des moteurs de retour d'effort et des articulations des tronçons.

On se reporte à la figure 1. Une embase porte la référence 1 et l'organe comprend principalement trois branches semblables, toutes
20 référencées par 2 et composées de trois tronçons articulés entre l'embase 1 et une plate-forme 3, à laquelle est fixée une poignée 4 saisie par l'opérateur ; la plate-forme 3 peut être plate comme il est courant, ou, comme ici, en forme de boule. Chacune
25 des branches 2 comprend un premier tronçon 5 articulé à l'embase 1, un troisième tronçon 7 articulé à la plate-forme 3, et un deuxième tronçon 6 articulé aux deux précédents. Les branches 2 comprennent encore une première articulation 8 entre l'embase 1 et le premier
30 tronçon 5, une deuxième articulation 9 entre les premier et deuxième tronçons 5 et 6, une troisième

articulation 10 entre les deuxième et troisième 6 et 7,
et une articulation de rotule 11 entre le troisième
tronçon 7 et la plate-forme 3. La première articulation
8 est une articulation de pivotement, c'est-à-dire que
5 son axe est colinéaire au premier tronçon 5, qui peut
donc tourner autour de lui-même sur l'embase 1 ; les
deuxième et troisième articulations 9 et 10 sont des
articulations de rotation, qui permettent de changer
les angles que font les tronçons menant à elles, à
10 savoir le deuxième tronçon 6 et, respectivement, le
premier tronçon 5 et le troisième tronçon 7. Dans cette
réalisation, les axes de ces articulations de rotations
sont donc perpendiculaires aux tronçons qu'elles
relient, et de plus, ils sont parallèles entre eux.
15 Dans d'autres réalisations, cela ne serait pas
nécessairement le cas. On s'aperçoit que la plate-forme
3 peut être déplacée suivant les trois degrés de
liberté usuels de translation dans l'espace et de
rotation autour de trois axes distincts, par des
20 mouvements se répercutant dans les branches 2 sans que
celles-ci s'y opposent. Les six degrés de liberté de
l'organe de commande sont donc obtenus.

On se reporte maintenant aux figures 2 et
3, où par souci de clarté la plate-forme et la poignée
25 n'ont pas été représentées, qui représentent une
réalisation légèrement différente où les premiers
tronçons 5 ne sont pas parallèles entre eux et
verticaux par rapport à une embase 1 plane et
horizontale, mais sont inclinés dans des directions
30 divergentes en faisant un angle α d'environ 40° par
rapport à la normale de l'embase 1. Cette disposition

permet d'écarter les troisièmes tronçons 7, qui étaient
 rapprochés dans la réalisation précédente, et donc de
 réduire les risques de collisions entre ces troisièmes
 tronçons 7, et aussi de déplacer les singularités
 5 cinématiques en dehors de l'espace de travail utile.
 L'embase 1 comprend alors des socles 12 inclinés sur
 lesquels les premiers tronçons 5 sont montés par
 l'intermédiaire d'un roulement 13 qui matérialise la
 première articulation 8. Le pied des premiers tronçons
 10 5 porte une poulie 14 autour de laquelle une courroie
 15 est tendue ; l'autre extrémité de la courroie 15 est
 tendue autour de l'arbre d'un moteur 16 également fixé
 au socle 12 et qui comprend un codeur 17 mesurant les
 mouvements de rotation de l'arbre. Un dispositif de ce
 15 genre constitue un moyen de retour d'effort par lequel
 le moteur 16 maintient le tronçon 5 au repos à l'état
 qu'il a atteint grâce à sa résistance à l'arrêt ; mais
 quand un mouvement est imposé au premier tronçon 5, le
 codeur 17 l'enregistre et permet de commander l'engin
 20 non représenté qui dépend de l'organe de commande. Ce
 moteur 16 est fixe puisque lié à l'embase 1, ce qui est
 avantageux pour les raisons mentionnées. On notera que
 pour actionner la partie 14, tout autre moyen
 équivalent peut être utilisé (engrenage, câble, etc.).

25 Les articulations de rotation 9 et 10 sont
 matérialisées chacune par un axe 20 soutenu par une
 chape 21 fixée à l'un des tronçons que l'articulation
 relie, et l'autre des tronçons est fixé à l'axe 20.
 L'axe 20, fixé au deuxième tronçon 6 dans la deuxième
 30 articulation 9, est articulé à la chape 21 fixée au
 premier tronçon 5 par les roulements 22. La chape 21

porte un moteur 23, et l'axe 20 porte une poulie 24. Une courroie 25, ou tout autre moyen de transmission, est tendue entre la poulie 24 et l'arbre du moteur 23, et un codeur 26 mesure les mouvements de l'arbre du
5 moteur 23. Il s'agit d'un dispositif de retour d'effort semblable au précédent. Les mouvements de rotation du deuxième tronçon 6 par rapport au premier tronçon 5 sont enregistrés par le codeur 26, et le moteur 23 soutient le deuxième tronçon 6 à la position qu'il a
10 atteinte.

La troisième articulation 10 est analogue par sa structure à la deuxième articulation 9, mais elle est plus petite puisqu'elle ne comporte pas de moteur de retour d'effort : elle est libre et passive,
15 tout comme la rotule 11. Ainsi, le moteur 23 de retour d'effort n'est pas fixé à l'embase, mais il ne fait qu'accompagner les mouvements de pivotement du premier tronçon 5 et se déplace donc peu, ce qui réduit les déséquilibres et les risques de collision qu'il est
20 susceptible de produire presque autant que s'il avait été fixé à l'embase. On remarquera que les tronçons 5, 6 et 7 sont simples, c'est-à-dire qu'ils ne comprennent pas de parallélogramme ni de pantographe.

25

REVENDICATIONS

1) Organe de commande à trois branches parallèles (2) reliant une embase (1) à une plate-forme (3) porteuse d'un moyen de préhension tel qu'une poignée (4), caractérisé en ce que les branches se composent de trois tronçons (5, 6, 7), dont un premier tronçon (5) joint à l'embase par une première articulation (8) qui est une articulation de pivotement du premier tronçon autour de lui-même, un deuxième tronçon (6) joint au premier tronçon (5) par une deuxième articulation (9) qui est une articulation de rotation pour modifier un angle entre le premier tronçon et le deuxième tronçon, un troisième tronçon (7) joint à la plate-forme (3) par une rotule (11) et au deuxième tronçon (6) par une troisième articulation (10) qui est une articulation de rotation pour modifier un angle entre le deuxième tronçon et le troisième tronçon, et en ce que les branches comprennent seulement deux moteurs (16, 23) de retour d'effort, dont un premier moteur (16) fixé sur l'embase (1, 12) et mesurant des pivotements du premier tronçon (5) et un second moteur (23) placé sur la deuxième articulation (6) et mesurant des rotations entre le premier tronçon et le deuxième tronçon.

2) Organe de commande suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les premiers tronçons (5) sont implantés sur l'embase (1, 12) dans des directions divergentes.

3) Organe de commande suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les premiers tronçons (5) sont implantés sur l'embase (1, 12) suivant une inclinaison de 40° environ par rapport à une normale de l'embase.

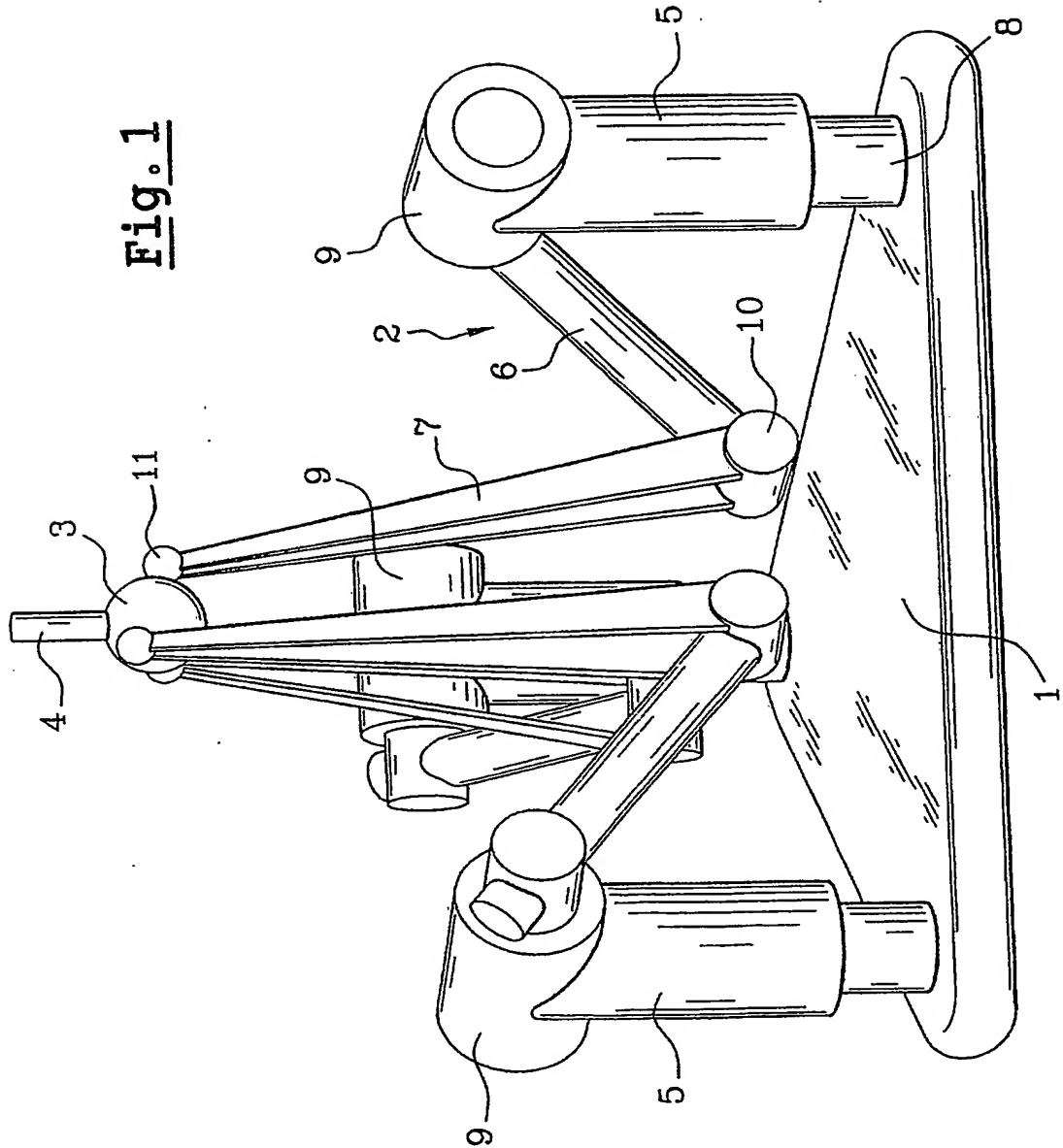


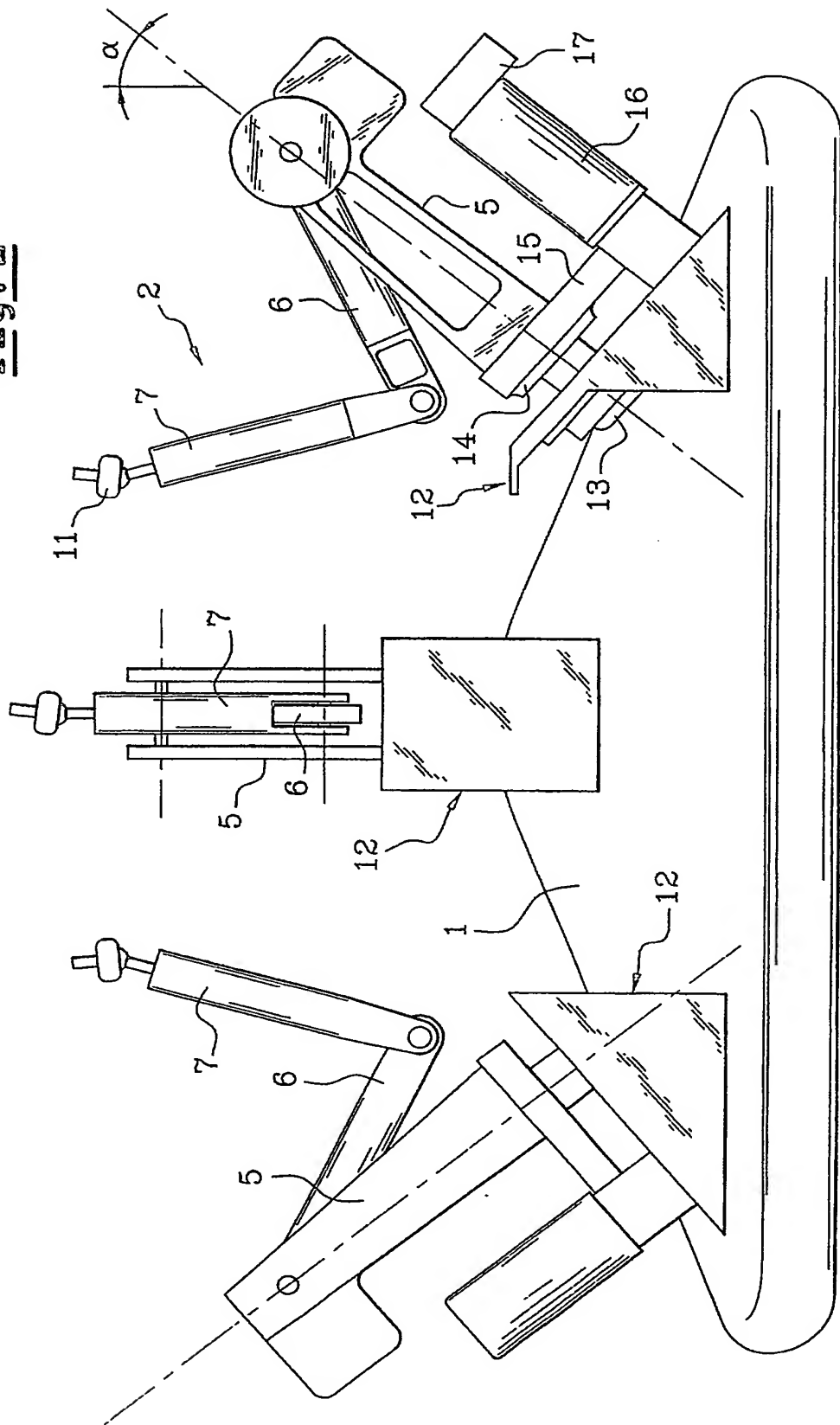
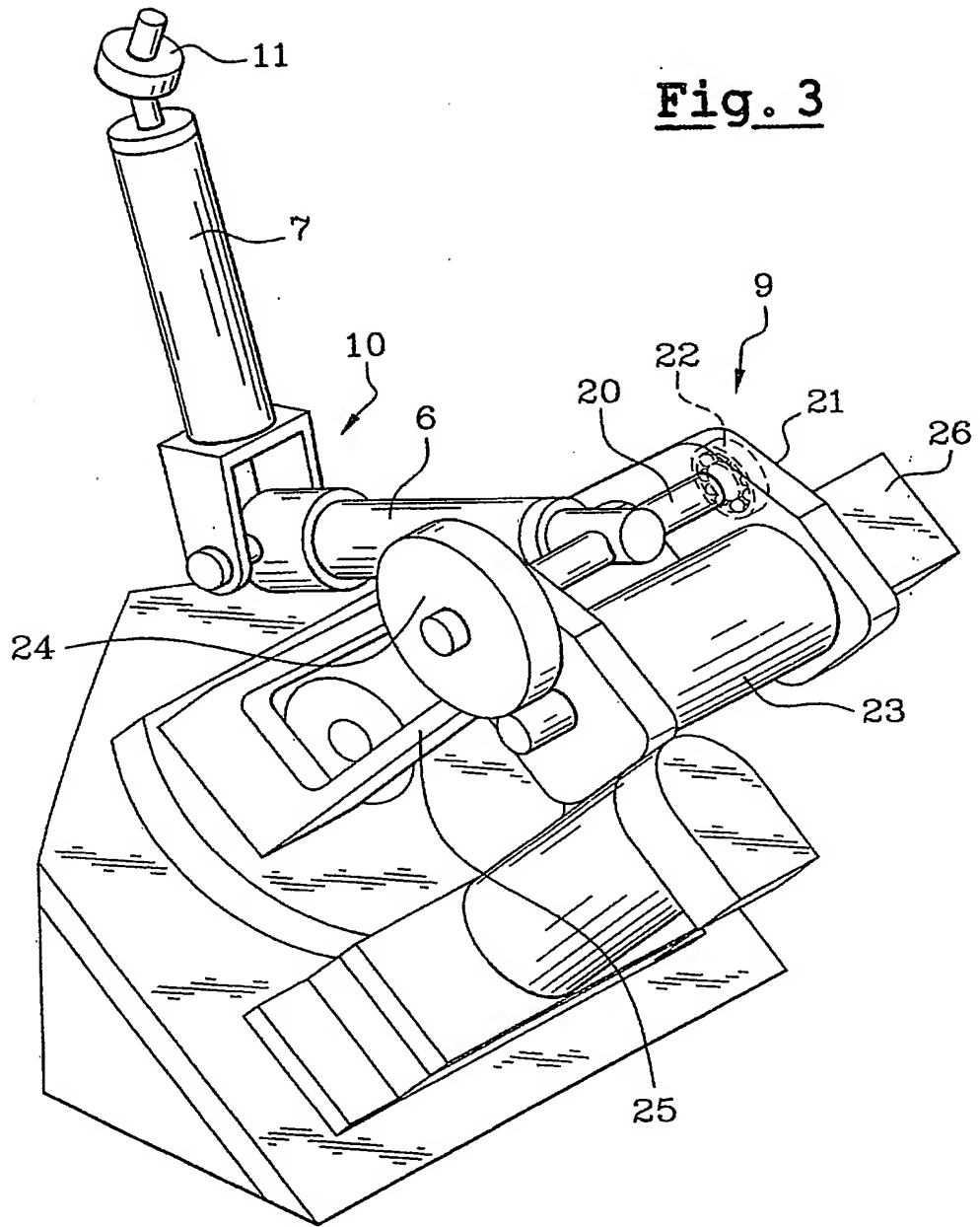
Fig. 2

Fig. 3



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260599

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B13979.3/JCI AD 473		JC
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0200 755		
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) ORGANE DE COMMANDE A TROIS BRANCHES PARALLELES.				
LE(S) DEMANDEUR(S) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème				
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).				
Nom		GOSSELIN		
Prénoms		Florian		
Adresse	Rue	1 Square Augustin Pajou		
	Code postal et ville	92260	FONTENAY AUX ROSES	France
Société d'appartenance (facultatif)				
Nom		VILLEDIEU		
Prénoms		Eric		
Adresse	Rue	22 Radley Road		
	Code postal et ville	OX14.3	PARK ABINGDON	Grande Bretagne
Société d'appartenance (facultatif)				
Nom		FRICONNEAU		
Prénoms		Jean-Pierre		
Adresse	Rue	34 rue Mansart		
	Code postal et ville	78330	FONTENAY LE FLEURY	France
Société d'appartenance (facultatif)				
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 22 JANVIER 2002 J. LEHU 422-5/002		Wn		